

大気汚染が樹木に及ぼす影響について

—樹木葉の大気中汚染物質の吸収・蓄積を中心として—

鈴木 熙

大気汚染地域に生育する樹木は、光合成の際に炭酸ガスと一緒に汚染物質をとりこみ、葉に蓄積することが知られている。このため、樹葉を分析、定量することによって大気汚染の影響の有無やその地域の大気汚染の状況を知る手がかりがえられる。

大気汚染物質には、たくさんの種類があるが広い地域に影響を及ぼす代表的物質は亜硫酸ガス(SO₂)である。亜硫酸ガスに対する樹木の抵抗性、被害症状などについては、光珠内季報No.12で高安らが詳しく述べている。ここでは、樹木葉による亜硫酸ガスの吸収・蓄積と、その蓄積形態、および葉の生理に及ぼす亜硫酸ガスの影響について述べることにする。

葉の硫黄蓄積量に影響を及ぼす要因

これまでのさまざまな調査結果から、葉中硫黄蓄積量は亜硫酸ガス濃度と大きな関連性があることが知られている。愛知県林業試験場か名古屋市で行った調査によると(図-1)、煙源から距離別に採取したクロマツの葉中硫黄量は、距離が遠くなると減少している。方位別にみると、北および南東方向は煙源の風下にあたるため遠距離までガス濃度が高く、したがって葉中硫黄蓄積量も多い。一方、北東方向は風上にあえるため硫黄蓄積量は急激に低下している。葉中硫黄蓄積量は、ガス濃度だけでなくガスにさらされている時間によっても異なる。図-2には当场が行った亜硫酸ガス接触試験の結果をしめした。これはガス濃度0.1, 0.2, 0.4ppm、

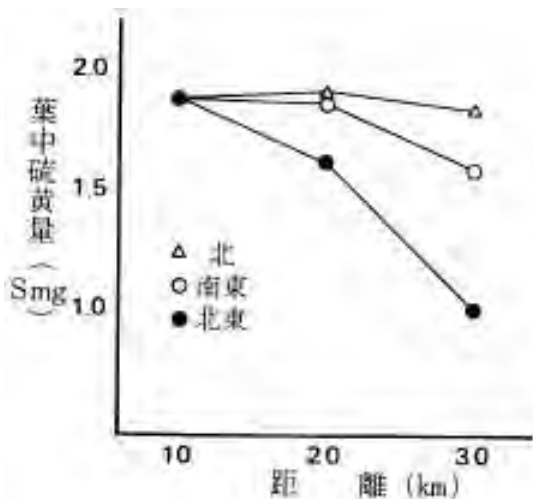


図-1 煙源からの距離方位硫黄含量
(水野ら 1973 による)

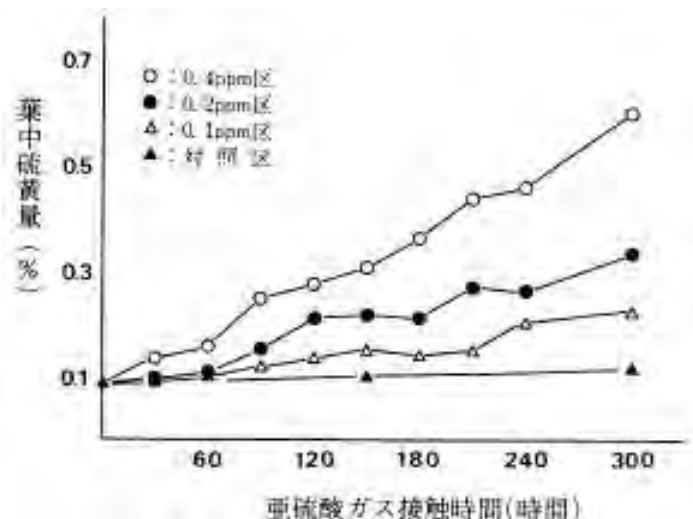


図-2 カラマツの葉中硫黄蓄積量

および対照の4区におけるカラマツの葉中硫黄蓄積量の変化を接触時間別にみたものである。および対照の4区におけるカラマツの葉中硫黄蓄積量の変化を接触時間別にみたものである。ガス濃度、接触時間の増加にともなって硫黄蓄積量が高くなっている。しかし、低濃度区でも長時間接触した葉の硫黄蓄積量は、高濃度区の短時間接触のものよりも高い値となっている。なお、ガス濃度が極端に高い場合には、葉の組織細胞が急激に破壊されて硫黄蓄積量はそれほど多くなならない。

葉中硫黄蓄積量は、樹種によっても大きく異なることが知られている。硫黄の蓄積が大きい樹種としてあげられるのは、シダレヤナギ、ニセアカシア、プラタナス、イチョウなどであり、蓄積が小さい樹種は、トドマツ、イチイ、アカマツなどである。

樹種によって葉中硫黄蓄積量が異なるのは、亜硫酸ガスに対する樹葉の生理的・組織的な耐性が異なるためとされている。この耐性は、(1) 亜硫酸ガスの侵入に対する抑制力の大小と、(2) 亜硫酸ガスに対する許容量の多少に分けられる。農林省林業試験場では種々の濃度の亜硫酸ガスを葉に被害症状が発現するまで接触させ、その時の葉中硫黄蓄積量を分析している。その結果を図-3、4に示したが、アカマツは硫黄の蓄積速度が大きく、しかも症状発現時の硫黄蓄積量も少ない。すなわちアカマツは、(1)、(2)の性質とも劣った樹種ということになる。これに対してヒノキは蓄積速度が小さくて(1)の性質が優れており、スギは硫黄蓄積量が多いので(2)の性質が優れていることがわかる。これは樹木の亜硫酸ガスに対する抵抗性の違いを理解するうえでも重要なことである。

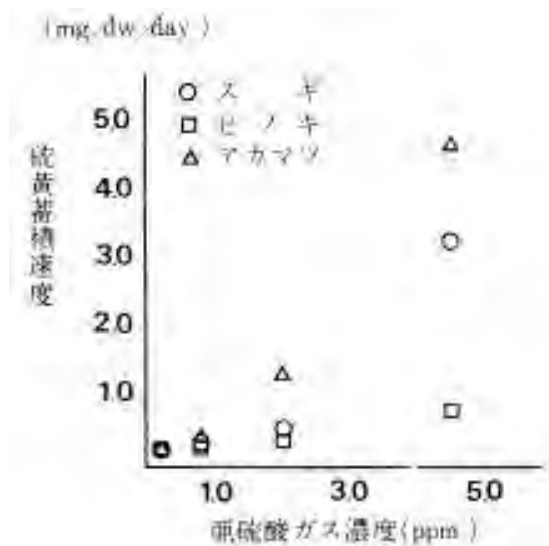


図-3 被害症状の発掘過程における硫黄蓄積速度

(農林省林業試験場 1973 による)

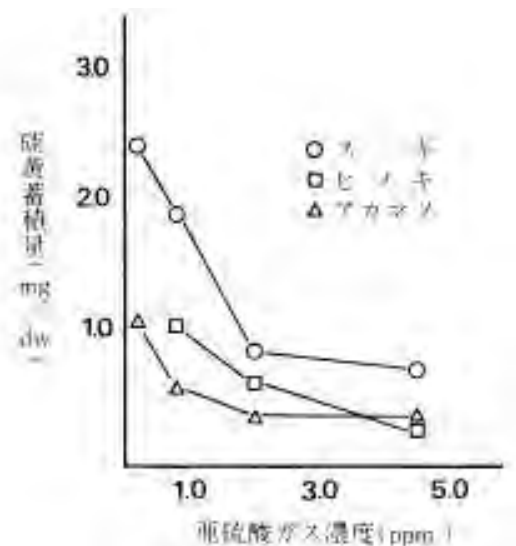


図-4 被害症状発現時における硫黄蓄積量

(農林省林業試験場 1973 による)

硫黄の蓄積形態

亜硫酸ガスとして葉から吸収された硫黄は、細胞内の水にとけてまず最初に亜硫酸イオン(SO₃²⁻)の形態をとる。このイオンはさらに酸化還元系の酵素の働きによって硫酸イオン(SO₄²⁻)や、光合成中間産物のアルデヒド化合物と反応してスルホン酸(R-SO₃H)に変化する。

一方、硫黄は植物にとって必須元素であり、根から硫酸イオンとして吸収され、葉の組織細胞に輸送されてたん白質・アミノ酸に合成される。葉からとりこまれた亜硫酸ガスの変化した硫酸イオンもまた根から吸収された場合と同じように、一部分たん白質にとりこまれることが放射性硫黄を用いた実験で明らかにされている。しかし大部分の硫黄は、亜硫酸イオンや硫酸イオンの無機態硫黄の形で蓄積される。

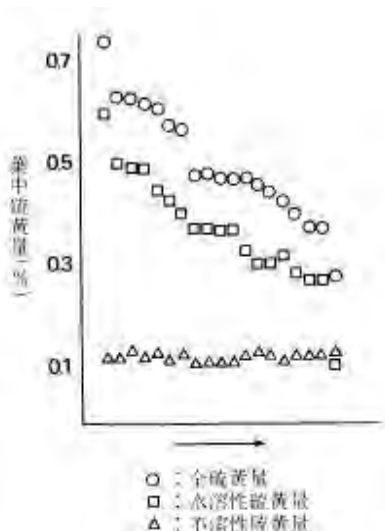


図-5 大阪市内における樹木の葉中硫黄の形態別変化
(安藤、竹内 1973 による)

大阪市立大学が大阪市内 19 ヲ所のガス濃度の異なる地点で採取したサンゴジュの葉中硫黄含量を、たん白態硫黄を主とした不溶性硫黄と亜硫酸イオン、硫酸イオンなどの無機態硫黄を主とした水溶性硫黄とに分けて分析している(図-5)。これによると、不溶性硫黄はガス濃度に関係なくぼぼ一定の値をしめしているが、水溶性硫黄には大きな変化がみられる。この水溶性硫黄には、根から吸収された硫酸イオンも含まれているが、葉から吸収された硫黄が大部分であることは明らかである。

無機態硫黄として蓄積される亜硫酸イオンと硫酸イオンの割合は明らかでない。しかし、亜硫酸イオンは硫酸イオンの 30 倍の毒性があり、このように毒性の強いものが、葉中に大量に存在しているとは考えられない。にもかかわらず、葉に被害症状が発現するまで多量の無機態硫黄が蓄積されることから、葉内に蓄積される硫黄は、硫酸イオンとして存在する可能性が大きい。

蓄積した硫黄が葉の生理に及ぼす影響

大気中からとりこまれた亜硫酸ガスは、葉の組織細胞内に無機態硫黄として蓄積されるのであるが、以前には葉に被害症状が現われなければ植物の生育にはそれほど影響がないといわれていた。しかし、最近の多くの研究から、被害症状がみられなくても光合成・呼吸・蒸散などの葉の生理、糖含量、葉緑素含量、水分含量などの葉内成分、および樹木の生育に影響を及ぼしていることが明らかになっている。

亜硫酸ガスが光合成に及ぼす影響について三重大学が行った結果をしめす(図-6)。ガス処理を 66 時

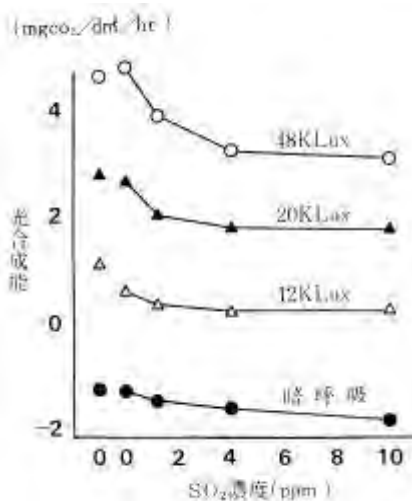


図-6 SO_2 が水稲の見かけの光合成・暗呼吸に及ぼす影響
(三重大学農学部 1973 による)

間行った水稻を 24 時間自然状態に放置したのち、光合成・暗呼吸の測定を行ったところ対照に比較して両者とも低下することが認められる。光合成に及ぼす影響については、さらに多くの実験がなされごく低濃度のガスでも影響することが明らかにされている。光合成が低下すれば、樹木の生育が低下することが当然考えられる。農林省林業試験場がケヤキ苗木の生長と大気汚染の関係について調査した結果によると(図-7)、苗木の生長と汚染濃度には密接な関係が認められる。汚染濃度の低いC区と濃度の高いA・B両区の間には生長量にかなりの差がみられた。

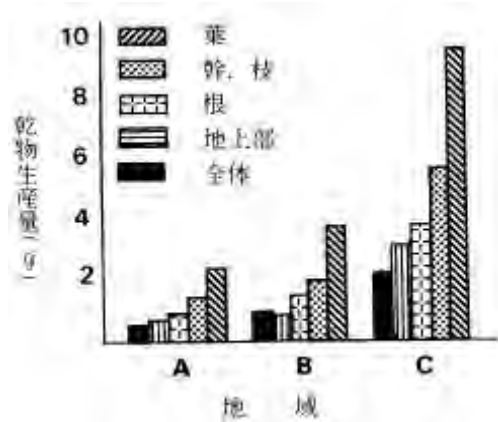


図-7 生長量の比較
(石井, 井上 1973 による)

亜硫酸ガスが光合成に影響を及ぼす機構についての研究も多く行われているが、前述のように葉内で生成されるスルホン酸が、光合成のサイクルを阻害する物質であることが知られている。また、亜硫酸イオンも炭酸ガス固定の際の阻害物質であることがわかっている。

(自然保護科)